

JAPANESE PATENT OFFICE -- Patent Abstracts of Japan

Publication Number: 11204509 A

Date of Publication: 1999.07.30

Int.Class: H01L 21/3065

RC A ✓

Date of Filing: 1998.09.09

Applicant: SAMSUNG ELECTRON CO LTD

Inventor: CHO SUNG-BUM

KIM HAK-PIL

SHIN EUN-HEE

CHOI BAIK-SOON

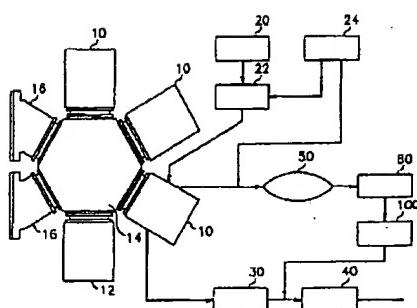
PLASMA ETCHING DEVICE, ITS IN-SITU
MONITORING AND CLEANING METHOD

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To optimize recipe for a process washing inside an etching chamber in situ, after performing a polysilicon plasma etching process using RGA-QMS (residual gas analysis quadruple mass spectrometer) and an etching process.

SOLUTION: An etching device comprises an etching chamber 10 which utilizes plasma, a means for supplying process gas, a waste gas vacuum exhausting means for removing a waste gas by pumping means, a sampling manifold 50 which is connected to the etching chamber 10 for sampling the gas in the etching chamber 10 by utilizing differential pressure, and a gas analyzer 80 for analyzing a sampling gas from the sampling manifold 50, and samples the gas in-line from the sampling manifold 50 for optimized process recipe of the etching process and washing process. Thus, process time is shortened, life of facility is extended, and productivity is improved.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-204509

(43)公開日 平成11年(1999)7月30日

(51)Int.Cl.^a
H 01 L 21/3065
C 23 F 4/00
H 05 H 1/00
1/46

識別記号

F 1
H 01 L 21/302 E
C 23 F 4/00 A
H 05 H 1/00 A
1/46 A
H 01 L 21/302 N

審査請求 未請求 請求項の数32 O.L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平10-254841
(22)出願日 平成10年(1998)9月9日
(31)優先権主張番号 1997P79194
(32)優先日 1997年12月30日
(33)優先権主張国 韓国 (KR)

(71)出願人 390019839
三星電子株式会社
大韓民国京畿道水原市八達区梅蘿洞416
(72)発明者 趙 聖範
大韓民国京畿道水原市八達区岡浦洞298-
2番地世興アパート311号
(72)発明者 金 学弼
大韓民国京畿道龍仁市器興邑農香里山24番
地
(72)発明者 辛 銀姬
大韓民国ソウル冠岳区新林5洞1430-31番
地
(74)代理人 弁理士 服部 雅紀

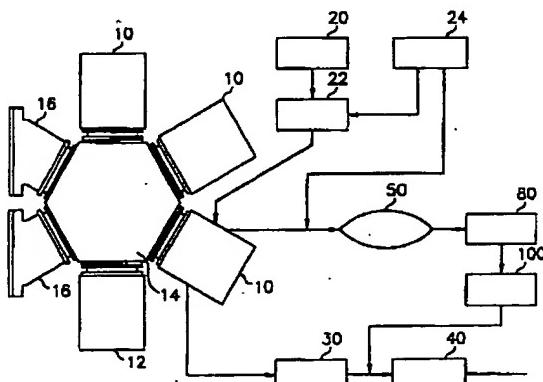
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマエッティング装置、そのインシチュモニタリング方法及びインシチュ洗浄方法

(57)【要約】

【課題】 RGA-QMSを使用してポリシリコンプラズマエッティング工程及びエッティング工程遂行後、インシチュでエッティングチャンバ内を洗浄する工程レシピ最適化を提供する。

【解決手段】 エッティング装置は、プラズマを利用したエッティングチャンバ10と、工程ガス供給手段と、廃ガスをポンピング手段によって除去する廃ガス排気手段と、エッティングチャンバ10に連結されてエッティングチャンバ10内のガスを差圧を利用してサンプリングするサンプリングマニホールド50と、サンプリングマニホールド50からのサンプリングガスを分析するガス分析器80とを備え、サンプリングマニホールド50からガスをオンラインにサンプリングしてエッティング工程及び洗浄工程の工程レシピを最適化する。従って、工程時間の短縮と設備の寿命延長及び生産性向上の効果がある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマを利用したエッティング工程が行われるエッティングチャンバと、前記エッティングチャンバに工程ガスを供給するための工程ガス供給手段と、前記エッティングチャンバから工程遂行後の廃ガスをポンピング手段によって除去する廃ガス排気手段と、前記エッティングチャンバ内に連絡されて前記エッティングチャンバ内のガスを、差圧を利用してサンプリングするサンプリングマニフォルドと、前記サンプリングマニフォルドからのサンプリングガスを分析するガス分析器と、を備えることを特徴とするプラズマエッティング装置。

【請求項2】 前記エッティングチャンバは、プラズマを利用して半導体キャパシタのストリッジポリシリコン電極形成のためのエッティング工程が行われるチャンバであることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッティング装置。

【請求項3】 前記工程ガス供給手段によってSF₆及びC₁₂ガスを含む工程ガスが供給されることを特徴とする請求項2記載のプラズマエッティング装置。

【請求項4】 運搬ガスが前記エッティングチャンバ及び前記サンプリングマニフォルドにさらに供給されることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッティング装置。

【請求項5】 前記エッティングチャンバ内には特定ガスの波長変化をモニタリングすることが可能なオプティカルエミッションスペクトルスコープが設置されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッティング装置。

【請求項6】 前記エッティングチャンバは、エッティング対象物を高真空中で待機させておくロードロックチャンバと結合されており、前記エッティングチャンバと前記ロードロックチャンバには圧力の変化の推移をモニタリングすることが可能なオシロスコープがそれぞれ設置されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッティング装置。

【請求項7】 前記サンプリングマニフォルドには前記エッティングチャンバ内の圧力と一緒に維持されるように臨界オリフィスが設置されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッティング装置。

【請求項8】 前記サンプリングマニフォルドは、前記エッティングチャンバとの連結部から順次的に第1エアーバルブ、第2エアーバルブ、第1アイソレーションバルブ、第2アイソレーションバルブ、第3アイソレーションバルブ及びゲートバルブが設置されていることを特徴とする請求項7記載のプラズマエッティング装置。

【請求項9】 前記サンプリングマニフォルドにはバージ用として運搬ガスが供給され、前記運搬ガス供給ラインは運搬ガス供給源から前記第1及び第2エアーバルブにそれぞれ連結され、中間にそれぞれ第3及び第4エア

ーバルブを備えることを特徴とする請求項8記載のプラズマエッティング装置。

【請求項10】 前記第1アイソレーションバルブと前記第2アイソレーションバルブとの間にはキャパシタンスマノメータゲージ、及び前記エッティングチャンバと前記サンプリングマニフォルドとの間の圧力を調節することができるポンプを備える圧力調節用排気ラインがさらに設置されることを特徴とする請求項8記載のプラズマエッティング装置。

10 【請求項11】 前記第1アイソレーションバルブ、第2アイソレーションバルブ及び第3アイソレーションバルブのオリフィスは、それぞれ100μm、100μm及び250μmであることを特徴とする請求項8記載のプラズマエッティング装置。

【請求項12】 前記廃ガス排気手段のポンピング手段を経由した廃ガスを洗浄するためのスクラバがさらに設置されており、前記ガス分析器を経由したガスが前記スクラバを経由して排出されることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッティング装置。

20 【請求項13】 前記ガス分析器は、質量分析器、ターボポンプ及びベーキング用ポンプを内蔵するレジデュアルガスアナライザーアップルマスペクトロメータであることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッティング装置。

【請求項14】 前記サンプリングマニフォルドは、エレクトロポリシング処理されたステンレススチール材質の配管を使用することを特徴とする請求項1記載のプラズマエッティング装置。

30 【請求項15】 プラズマを利用したエッティングチャンバと、前記エッティングチャンバに工程ガスを供給するための工程ガス供給手段と、前記エッティングチャンバから工程遂行後の廃ガスをポンピング手段によって除去する廃ガス排気手段と、前記エッティングチャンバに連結されて前記エッティングチャンバ内のガスを差圧を利用してサンプリングするサンプリングマニフォルドと、前記サンプリングマニフォルドからのサンプリングガスを分析するガス分析器とを備えるプラズマエッティング装置のインシチュモニタリング方法であって、

前記サンプリングマニフォルドから前記エッティングチャンバ内のガスのサンプリングを始める段階と、

前記ガス分析器の最初の基本値を一定の水準以下に低めるために前記ガスをベーキングしながらアウトガシングする段階と、

前記エッティングチャンバ内に収容された半導体ウェーハに対してポリシリコンストリッジ電極形成のためのエッティング工程を遂行しながら工程ガスの反応メカニズムをモニタリングする段階と、

前記エッティング工程が完了された後、前記ウェーハをアンローディングし、前記エッティングチャンバ内の廃ガスを排気する段階と、

前記エッティングチャンバに洗浄ガスをインシチュに供給しながら前記エッティングチャンバ内の洗浄ガスの反応メカニズムをモニタリングする段階と、

を含むことを特徴とするインシチュモニタリング方法。

【請求項16】 前記ポリシリコンエッティング工程のエッティングガスは、C₁₂ガスであり、前記ガス分析器は質量分析器を内臓したレジデュアルガスアナライザーアップルブルマスペクトロメータであることを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項17】 前記エッティングチャンバ内にはオプティカルエミッショナスペクトルスコープがさらに設置されており、前記エッティング工程時、SiC_{1x}ガスの波長変化をさらにモニタリングすることを特徴とする請求項16記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項18】 前記ポリシリコンエッティング工程のエッティングガスはSF₆+C₁₂ガスであり、前記ガス分析器は質量分析器を内臓したレジデュアルガスアナライザーアップルブルマスペクトロメータであることを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項19】 前記エッティングチャンバ内にはオプティカルエミッショナスペクトルスコープがさらに設置されており、前記エッティング工程時、SiF_xガスの波長変化をさらにモニタリングすることを特徴とする請求項18記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項20】 前記洗浄ガスはC₁₂+SF₆ガスであり、前記ガス分析器は質量分析器を内臓したレジデュアルガスアナライザーアップルブルマスペクトロメータであることを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項21】 前記エッティングチャンバ内にはオプティカルエミッショナスペクトルスコープがさらに設置されており、前記洗浄工程時、SiF_xガスの波長変化をさらにモニタリングすることを特徴とする請求項20記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項22】 前記エッティングチャンバは、エッティング対象物を高真空中で待機させておくロードロックチャンバと結合されており、前記エッティングチャンバと前記ロードロックチャンバには圧力変化の推移をモニタリングすることが可能なオシロスコープがそれぞれ設置されており、前記エッティング工程が遂行されたウェーハのアンローディング工程を前記エッティングチャンバと前記ロードロックチャンバの圧力変化をモニタリングしながら遂行することを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項23】 前記サンプリングマニホールドによってサンプリング動作をしないとき、前記サンプリングマニホールドと前記ガス分析器とをバージガスを利用して継続してバージすることを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項24】 前記サンプリングマニホールドによっ

て新しいサンプリング動作を遂行する前には、常に、前記ガス分析器内のガスをベーキングしながらアウトガシングして基本値を一定の水準以下に低くすることを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項25】 プラズマを利用した半導体キャパシタのポリシリコンストリッジ電極形成のためのエッティング工程が遂行されたプラズマエッティングチャンバの残留物除去のためのインシチュ洗浄方法であって、

前記エッティング工程が遂行された半導体ウェーハをエッティングチャンバからアンローディングする段階と、

前記エッティングチャンバ内にSF₆+C₁₂ガスを供給して前記エッティングチャンバ内のエッティング残留物を洗浄する段階と、

前記エッティングチャンバ内の洗浄された残留物をポンピングして除去する段階と、

を含むことを特徴とするインシチュ洗浄方法。

【請求項26】 前記ウェーハをアンローディングした後、前記エッティングチャンバ内の廃ガスを排気する段階をさらに含むことを特徴とする請求項25記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項27】 前記エッティングチャンバには、前記エッティングチャンバ内のガスを差圧を利用してサンプリングすることが可能なサンプリングマニホールドが設置され、前記サンプリングマニホールドからサンプリングされたガスを分析するレジデュアルガスアナライザーアップルブルマスペクトロメータが設置されて前記エッティング残留物洗浄工程時、ガスの反応メカニズムをモニタリングすることを特徴とする請求項25記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項28】 前記レジデュアルガスアナライザーアップルブルマスペクトロメータのモニタリング結果を分析して前記洗浄工程のエッティング終末点を決定することを特徴とする請求項27記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項29】 前記エッティングチャンバ内の圧力及び温度条件を変更しながら前記レジデュアルガスアナライザーアップルブルマスペクトロメータのモニタリング結果を分析して前記洗浄工程のエッティング終末点を最適化することを特徴とする請求項28記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項30】 前記エッティングチャンバ内の残留物除去のための洗浄段階とポンピング段階との間にエージング段階をさらに遂行することを特徴とする請求項25記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項31】 前記エージング段階では、前記エッティングチャンバ内に前記SF₆ガスの供給を中断してC₁₂ガスを供給しながら遂行することを特徴とする請求項29記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項32】 前記エージング段階では、前記エッティングチャンバ内にN₂ガスをさらに供給しながら遂行することを特徴とする請求項31記載のインシチュ洗浄方

法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、質量分析器を内蔵したレジデュアルガスアナライザークアッドルブルマススペクトロメータ（RGA-QMS：Residual Gas Analyzer-Quadrupole Mass Spectrometer）を使用してインシチュモニタリング可能なプラズマエッティング装置に関するものである。また、質量分析器を内蔵したRGA-QMSを使用してプラズマエッティングチャンバで遂行されるポリシリコンエッティング工程とエッティングチャンバ内の洗浄工程をインシチュ（In-situ）でモニタリングする方法に関するものである。また、前記RGA-QMSを使用してエッティングチャンバ内のガス反応メカニズムをモニタリングして、洗浄工程を最適化させたプラズマエッティングチャンバ内の残留物除去のためのインシチュ洗浄方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体素子製造工程は、一般的に特定の条件が形成された工程チャンバ内で遂行され、特にプラズマエッティング工程、プラズマCVD（PECVD）工程では、多くの反応副産物が生成され、これらは使用されるガスやフォトレジスト等と反応して高分子物質（Polymer）を生成するようになる。プラズマ工程で発生されたこのような反応副産物はウェーハ表面や工程チャンバの内壁にも付着されるので、工程パラメータの変動及びパーティクル発生を招くようになる。これらは半導体製造工程遂行中ウェーハのディフェクト要因になって収率の低下を招く。

【0003】このようなディフェクト要因の減少のために、一定時間の間工程チャンバの反復されたPM（Preventive Maintenance）を遂行するようになるが、設備の運転時間は半導体装置の生産性を低下させる要因に作用する。

【0004】従来の一般的な工程チャンバのPM過程を図1に示す。前記PM過程を調べてみると、まず半導体ウェーハに対する特定の工程を遂行した後、システムの電力をオフしてシステム稼動中止をしてシステムを冷却させる。工程チャンバが十分に冷却されると、工程チャンバ内の部品を次々に解体して除去し、統いて除去された各部品の表面を湿式エッティングしてプラズマによる反応副産物等を洗浄させる。前記湿式エッティングは、工程チャンバ内のポリシリコン膜やシリコンナイトライド膜を除去するために通常弗化水素（HF）系統の化学薬品を使用する。

【0005】統いて、除去された部品を工程チャンバ内に組み立てた後、真空ポンプを稼動して工程チャンバが所定の圧力が維持されるようにポンピングを遂行し、テストするウェーハを工程チャンバ内にローディングした後、所定のエージング（aging）を遂行した後パーティ

クル測定をするなどの、工程のチャンバ内で実際工程を遂行することができる条件が備えられるかの有無を判断する工程保証（Process Recertification）を実施する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このようなPM方法は、その費用及び労働力の消耗が大きいだけではなく、所要時間も24時間以上かかるなどの問題点があった。このような問題点を克服するために前記湿式エッティングを遂行する代わりに、NF₃、CF₄ガスを利用したアラズマエッティングをするか、熱的ストレスによってチャンバ内に形成された膜を除去する熱的ショック技術（Thermal Shock Technology）を使用したし、ClF₃、BrF₅ガスを使用して乾式エッティングを遂行したこともある。

【0007】しかし、このような技術を使用しても未だにチューブを除去及び組立てなければならないので、その処理費用及び労働力の消耗が大きいだけではなく、所要時間も相当かかる等の問題点があった。

【0008】また、一部乾式エッティングガスを使用してインシチュで工程チャンバ内を洗浄する方法が提起されたが、洗浄時工程チャンバ内のガスの正確な反応メカニズムが分からないので洗浄の効果を正確に把握することができないという問題点があった。

【0009】本発明の目的は、前記従来技術の問題点を解決するためのもので、洗浄ガス供給手段、サンプリングマニホールド及びガス分析器を備えて、インシチュでプラズマエッティングチャンバ内を正確に洗浄することができるようしたインシチュモニタリング可能なプラズマエッティング装置を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、前記本発明のプラズマエッティング装置で半導体ウェーハに対するポリシリコンストリッジ電極形成のためのエッティング工程とエッティング工程遂行後エッティングチャンバをインシチュで洗浄する洗浄工程をインシチュでモニタリングする方法を提供することにある。

【0011】本発明のまた他の目的は、RGA-QMSを利用してプラズマエッティングチャンバに残留する残留物を除去する最適化されたインシチュ洗浄方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するための本発明によるインシチュモニタリング可能なプラズマエッティング装置は、プラズマを利用したエッティング工程が行われるエッティングチャンバと、前記エッティングチャンバに工程ガスを供給するための工程ガス供給手段と、前記エッティングチャンバから工程遂行後の廃ガスをポンピング手段によって除去する廃ガス排気手段と、前記エッティングチャンバに連絡されてエッティングチャンバ内のがスを、差圧を利用してサンプリングするサンプリ

ングマニフォルドと、前記サンプリングマニフォルドからのサンプリングガスを分析するガス分析器とを備えてなる。

【0013】前記エッティングチャンバはプラズマを利用して半導体キャバシタのストリッジポリシリコン電極形成のためのエッティング工程が行われるエッティングチャンバで、前記工程ガス供給手段によってSF₆及びC₁₂ガスを含む工程ガスが供給され、それ以外にも、添加ガスや運搬ガス(carrier gas)が供給できる。

【0014】運搬ガス、例えば窒素ガスが前記エッティングチャンバ及び前記サンプリングマニフォルドにさらに供給されることができ、前記エッティングチャンバ内には特定ガスの波長変化をモニタリングすることができるオプティカルエミッションスペクトルスコープ(OES: Optical Emission Spectroscopy)が設置され、また、前記エッティングチャンバは、エッティング対象物を高真空中で待機させておくロードロックチャンバと結合されているし、前記エッティングチャンバとロードロックチャンバには圧力の変化の推移をモニタリングすることができるオシロスコープ(Oscilloscope)がそれぞれ設置されている。

【0015】前記サンプリングマニフォルドには前記エッティングチャンバ内の圧力と同一に維持されるように臨界オリフィスが設置されているので、差圧を利用してサンプリングが可能にし、より具体的には、前記サンプリングマニフォルドは、前記エッティングチャンバとの連結部から順次的に第1エアーバルブ、第2エアーバルブ、第1アイソレーションバルブ、第2アイソレーションバルブ、第3アイソレーションバルブ及びゲートバルブが設置されている。前記サンプリングマニフォルドにはページ用として運搬ガスが供給され、前記運搬ガス供給ラインは運搬ガス供給源から前記第1及び第2エアーバルブにそれぞれ連結され、中間にそれぞれ第3及び第4エアーバルブを備えて、ガス分析器の信頼度を高めることができる。

【0016】前記サンプリングマニフォルドの第1アイソレーションバルブと、第2アイソレーションバルブの間にはキャバシタンスマノメータ(CM: Capacitance Manometer)ゲージ及び前記エッティングチャンバとサンプリングマニフォルドの間の圧力を調節することができるようにポンプを備える圧力調節用排気ラインをさらに設置することができ、前記廃ガス排気手段のポンピング手段を経由した廃ガスを洗浄するためのスクラバがさらに設置されて大気汚染を防止することができる。

【0017】前記ガス分析器は、質量分析器、ターボポンプ及びベーキング用ポンプを内蔵するRGA-QMS(Residual Gas Analyzer-Quadrupole Mass Spectrometer)を使用する。

【0018】本発明の前記他の目的を達成するためのプラズマエッティング装置のインシチュモニタリング方法

は、プラズマを利用したエッティングチャンバと、前記エッティングチャンバに工程ガスを供給するための工程ガス供給手段と、前記エッティングチャンバから工程遂行後の廃ガスをポンピング手段によって除去する廃ガス排気手段と、前記エッティングチャンバに連結されてエッティングチャンバ内のガスを差圧を利用してサンプリングするサンプリングマニフォルドと、前記サンプリングマニフォルドからのサンプリングガスを分析するガス分析器とを備えてなるプラズマエッティング装置のインシチュモニタリング方法であって、前記サンプリングマニフォルドから前記エッティングチャンバ内のガスのサンプリングを始める段階と、前記ガス分析器の最初の基本値を一定の水準以下に低めるために、前記ガスをベーキングしながらアウトガシング(Outgassing)する段階と、前記エッティングチャンバ内に収容された半導体ウェーハに対してポリシリコンストリッジ電極形成のためのエッティング工程を遂行しながら工程ガスの反応メカニズムをモニタリングする段階と、前記エッティング工程が完了された後、前記ウェーハをアンローディングし、前記エッティングチャンバ内の廃ガスを排気する段階と、前記エッティングチャンバに洗浄ガスをインシチュに供給しながらエッティングチャンバ内の洗浄ガスの反応メカニズムをモニタリングする段階とを含む。

【0019】前記ポリシリコンエッティング工程のエッティングガスは、C₁₂ガスを使用することができ、前記エッティングチャンバ内にはOES(Optical Emission Spectroscopy)をさらに設置して前記エッティング工程時、SiC₁₂ガスの波長変化をさらにモニタリングすることができる。

【0020】前記ポリシリコンエッティング工程のエッティングガスはSF₆+C₁₂ガスを使用することができ、前記エッティングチャンバ内にはOES(Optical Emission Spectroscopy)をさらに設置して、前記エッティング工程時、SiF₄ガスの波長変化をさらにモニタリングすることもできる。また、前記洗浄ガスはC₁₂+SF₆ガスで、前記エッティングチャンバ内にはOES(Optical Emission Spectroscopy)をさらに設置して、前記洗浄工程時、SiF₄ガスの波長変化をさらにモニタリングすることもできる。

【0021】前記エッティングチャンバはエッティング対象物を高真空中で待機させておくロードロックチャンバと結合されており、前記エッティングチャンバとロードロックチャンバには圧力変化の推移をモニタリングすることができるオシロスコープ(Oscilloscope)がそれぞれ設置されており、前記エッティング工程が遂行されたウェーハのアンローディング工程を前記エッティングチャンバとロードロックチャンバの圧力変化をモニタリングしながら遂行することができ、前記サンプリングマニフォルドによってサンプリング動作をしないとき、前記サンプリングマニフォルドとガス分析器をページガスを利用して

継続的にバージして分析の信頼度を高めることができ

る。

【0022】また、前記サンプリングマニフォルドによ
って新しいサンプリング動作を遂行する前には、常に、
前記ガス分析器内のガスをベーキングしながらアウトガ
シング(Outgassing)して基本値を一定の水準以下に低
くすることが分析の信頼度向上面でまた望ましい。

【0023】一方、本発明の前記また他の目的を達成す
るためのプラズマエッティングチャンバの残留物除去のた
めのインシチュ洗浄方法は、プラズマを利用した半導体
キヤバシタのポリシリコンストリッジ電極形成のための
エッティング工程が遂行されたプラズマエッティングチャン
バの残留物除去のためのインシチュ洗浄方法であって、
前記エッティング工程が遂行された半導体ウェーハをエッ
ティングチャンバからアンローディングする段階と、前記
エッティングチャンバ内にSF₆+C₁₂ガスを供給してエッ
ティングチャンバ内のエッティング残留物を洗浄する段階
と、前記エッティングチャンバ内の洗浄された残留物をボ
ンピングして除去する段階とを含む。

【0024】前記ウェーハをアンローディングした後、
エッティングチャンバ内の廃ガスを排氣する段階をさらに
含むことができ、前記エッティングチャンバにはエッTING
チャンバ内のガスを差圧を利用してサンプリングする
ことができるサンプリングマニフォルドが設置され、前
記サンプリングマニフォルドからサンプリングされたガ
スを分析するRGA-QMSが設置されて前記エッTING
残留物洗浄工程時、ガスの反応メカニズムをモニタリ
ングすることができるようになることが好ましい。

【0025】また、前記RGA-QMSのモニタリング
結果を分析して、前記洗浄工程のエッティング終末点を決
定することができ、前記エッティングチャンバ内の圧力及
び温度条件を変更しながら前記RGA-QMSのモニタ
リング結果を分析して前記洗浄工程のエッティング終末点
を最適化することができる。

【0026】前記エッティングチャンバ内の残留物除去の
ための洗浄段階とボンピング段階の間にエージング(agi
ng)段階をさらに遂行することができ、前記エージン
グ段階では、エッティングチャンバ内に前記SF₆ガスの
供給を中断してC₁₂ガスを供給しながら遂行し、エッ
ティングチャンバ内にN₂ガスをさらに供給しながら遂行
することもできる。

【0027】本発明によると前記サンプリングマニフォ
ルド及びガス分析器によって半導体キヤバシタのポリシ
リコンストリッジ電極形成のためのプラズマエッティング
工程が遂行される間だけではなく、インシチュエッTING
チャンバ内の洗浄工程を実施するときにもそのガス
の反応メカニズムを正確にモニタリングすることができ
、従って、その洗浄工程のレシピも最適化して工程の
単純化及び生産性を向上させることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施例を
添付された図面を参照に詳しく説明する。図2は、本発
明の一実施例によるインシチュモニタリング可能なプラ
ズマエッティング装置の周辺構成を概略的に示した図面で
あり、図3は、図2のインシチュモニタリング装置部分
を具体的に図示した図面である。

【0029】前記エッティング装置はプラズマ乾式エッTING
装置として、中央に移送ロボット(図示しない)が
位置するロードロックチャンバ14を中心にウェーハを
10 収容したカセットをロードロックチャンバ14に出入さ
ることができるカセット出入部16、ウェーハのフラ
ットゾーンをアライン(align)させるアライン部12
及びエッティング工程が遂行されるエッティングチャンバ1
0が放射状に配置されている。

【0030】前記エッティングチャンバ10においては、
プラズマを利用したエッティング工程が遂行するこ
とができる。前記エッティングチャンバ10には、エッTINGガ
スがエッティングガス供給源20からガス供給部22を経て、エッTINGチャンバ10に供給され、運搬ガスとし
て例えば窒素ガスが運搬ガス供給源24から、やはりガ
ス供給部22を経てエッティングガスと共にエッTINGチ
ャンバ10内に供給される。一方、エッティング工程遂行
後の廃ガスは排気用真空ポンプ30によって排気管を通じてスクラバ40を経て洗浄された後、排気される。

【0031】一方、エッティングチャンバ10内で発生さ
れるガスの変化メカニズムを測定するために前記エッTING
チャンバ10からガスをサンプリングすることができ
るサンプリングマニフォルド50が設置され、前記サン
プリングマニフォルド50を経たサンプリングガスは
30 ガス分析器80を通じてオンラインでモニタリングさ
れ、持続的なサンプリングとガス分析のために前記ガス
分析器80の後端にはサンプリング用真空ポンプ100
が設置され、前記スクラバ40で洗浄された後排気され
る。

【0032】一方、前記エッティングチャンバ10には、
OES(Optical Emission Spectroscopy)がさらに設
置され得る。OESはプラズマ乾式エッティング工程やC
VD工程等での使用ガスやウェーハとの反応生成物が反
射する光の特定波長のインテンシティ(Intensity)の
40 変化を測定することができる装置で、光の色と波長がガ
スの種類とエッティングされる膜質によって異なるので、
光の波長のインテンシティを測定して波長が急激に変化
する時点のグラフを通じてエッティングしようとする膜質
と、その下部膜質の境界点で、エッティングの終了点を捕
捉してエッティング時間を決定するようになる。

【0033】一方、エッティングチャンバ10内にウェー
ハのローディング/アンローディング時、エッティングチ
ャンバ10とロードロックチャンバ14の間の圧力の差
によってエッティングチャンバ10内のパーティクル等が
50 ロードロックチャンバ14に逆流されて他の近接する工

11

ッチングチャンバ等を汚染させる恐れがあるので、前記ロードロックチャンバ14とエッチングチャンバ10にはそれぞれ圧力センサを設置してオシロスコープをこれら圧力センサの端子に連結して各段階の圧力変化を評価することもできる。

【0034】前記ガスのサンプリング及び分析ラインを図3を参照して具体的に調べてみると、エッチングチャンバ10の外側の壁にサンプリングポート56を設置し、前記サンプリングポート56には柔軟性のある連結部52を介在してサンプリングマニホールド50を連結する。前記サンプリングマニホールド50のサンプリング管54はステンレス材質でできており、直径が3/8インチの管を使用し、エレクトロポリシング(electropolishing)処理されたものを使用する。前記サンプリング管54によって順次的に第1エアーバルブ62、第2エアーバルブ66、第1アイソレーションバルブ68、第2アイソレーションバルブ70、第3アイソレーションバルブ72及びゲートバルブ74が形成されている。前記第1及び第2アイソレーションバルブ68、70にはそれぞれ100マイクロンのオリフィスが形成され、第3アイソレーションバルブ72には250マイクロンのオリフィスが形成されている。

【0035】一方、前記サンプリングマニホールド50には、サンプリングをしない間にも常にバージガスを供給することができるよう図2で分かるように運搬ガス供給源24から窒素ガスが分岐部58を経由して一つは前記第1エアーバルブ62に連結され、他の一つは第2エアーバルブ66に連結されている。また前記第1アイソレーションバルブ68と第2アイソレーションバルブ70の間にCMゲージ76が設置され、この間でサンプリング管54は分岐されてガス分析器80に内臓されたサンプリング用ポンプ90を経由してスクラバ40に連結される。

【0036】一方、前記ゲートバルブ74が形成されたサンプリング管54の後端にはガス分析器80が連結される。前記ガス分析器は常用化されたRGA-QMS(Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer)を使用し、これは質量分析器84を含み、ターボポンプ86とベーキング用ポンプ88及びサンプリング用ポンプ90を通過して前記スクラバ40に配管連結される。前記質量分析器84にはイオンゲージ82が設置されている。

【0037】一方、前記ガス分析器80に使用されたRGA-QMSは常用化されたもので、エッチングチャンバ10内に使用中であるか残留中であるガスをサンプリングして70eVの電位差で加速された電子と衝突させてイオン化した後、四重極質量分析器(Quadrupole Mass Spectrometer)を利用して直流と交流を一定に維持し、電圧の大きさによって特定の質量対電荷比(m/z)を有するイオンのみを通過するようにして、質量ス

12

ペクトルを得る。この際、分裂によって得られるイオンの組成でガス相のメカニズムを確認する。本発明に使用されたRGA-QMSは移動可能なシステムに構成され、スパッタリング工程で一般的に使用されるOIS(Open Ion Source)とは違ってイオンソースが差等真空中にあるCIS(Closed Ion Source)になり、バルクガスのみではなく工程ガスの分析が可能である。

【0038】一方、前記サンプリングマニホールド50内には臨界オリフィス(100/250μm)を使用してエッチングチャンバ内の圧力をサンプリング圧力を一定に調節した。

【0039】図4は、図2のエッチング装置内でのエッチング工程及びインシチュ洗浄工程の進行状態を概略的に示す図面で、まずRGA-QMS適用評価を遂行する。即ち、前記サンプリングマニホールド50にガス分析器80を連結して第1エアーバルブ62と第3エアーバルブ60をクローズさせて第2エアーバルブ66と、第4エアーバルブ64をオープンさせてRGA-QMS80にN₂ガスを常時バージさせる。続いて、前記第4エアーバルブ64をクローズさせて第1エアーバルブ62をオープンさせ、前記工程チャンバ10内のガスのサンプリングを始める。このとき、CMゲージ76に表れた圧力を基準にし、必要時、サンプリング用ポンプ90を稼動させてエッチングチャンバ10とサンプリング管54内の圧力を調節する。

【0040】続いて、RGA-QMSベーキング評価を遂行する。即ち、RGA-QMSのチャンバ図示しない内に四重極質量分析器を設置した後、基本値(background)を低くするためにベーキング(baking)を実施する。RGA-QMSは分析機器自体の汚染に敏感な設備であるので、全ての評価時毎にそのバックグラウンドスペクトルを評価して水分、酸素成分の汚染水準を評価してその水準が多少高いときには、RGA-QMSチャンバ自体は250°C水準にベーキングし、サンプリングマニホールドは150°C水準にベーキングを実施して汚染を最小化して汚染の水準を管理する。即ち、ベーキングを実施して、各分子性不純物(H₂O, H₂, O₂, Ar, CO₂等)に対するインテンシティとして部分圧の大きさ(Amplitude, PPM)をモニタリングし、ベーキングを通じて不純物のアウトガシング(outgassing)を加速化させてRGA-QMSの最初基本値の水準を評価する。

【0041】続いて、半導体ウェーハに対する特定工程を進行させて継続的にサンプリングして工程進行事項を評価する。即ち、例えばDRAM工程のストリッジボリ電極形成のためのエッチング工程の重要段階である主エッチング(main etch)と過エッチング(over etch)等でエッチングガスの反応メカニズムをインラインでモニタリングして評価する。

50 【0042】続いて、S-ポリエッチング工程が完了さ

れたウェーハをエッティングチャンバからアンローディングした後、洗浄ガスをエッティングチャンバ内に供給しながらインシチュでエッティングチャンバ内を洗浄する。洗浄工程が進行される間にもRGA-QMSでエッティングガスを継続的にサンプリングして洗浄工程時、ガスの反応メカニズムを常時モニタリングして評価し、洗浄工程前後のガス分析やパーティクル等不純物の評価を通じてインシチュ洗浄工程の効果を把握し、最終的に洗浄工程の時間、圧力、温度等のレシピを最適化する。

【0043】本発明でサンプリングマニフォルドの250μm臨界オリフィスを使用して比較的低い圧力(0乃至50mtorr)であるエッティング工程を評価することができ、前記RGA-QMSは1乃至200amu範囲のスペクトルを6.7秒内にスキャン(scan)した。分析毎にサンプリング前後RGA-QMS及びサンプリングチューブの基本値スペクトルを確認して分析結果の信頼性を確保した。

【0044】本発明の実施例で、ストリッジポリシリコンエッティング工程は2つのエッティングレシピで遂行した。まず、エッティングレシピ1はストリッジポリシリコンエッティングガスとしてC₁₂ガスを使用した場合で、図5はエッティングレシピ1によるストリッジポリシリコンエッティング工程に対する主なガスのインテンシティ(amplitude, PPM)トレンドをRGA-QMSで分析した結果を示し、図6は、図5の主エッティング段階の233スキャンでのスペクトルを示し、図7は、エッティングレシピ1によるストリッジポリシリコンエッティング工程に対するエッティング過程をOESで分析した結果を示す。

【0045】図5及び図6からエチャントであるC₁₂によってポリシリコンがSiCl₄(SiCl₄₊, SiCl₃₊)ガスの形態にエッティングされることが分かり、RGA-QMS上のSiCl₃₊の挙動は図7の405nmのEPD(End Point Detection)スペクトルの結果と一致することが分かる。

【0046】次に、エッティングレシピ2はストリッジポリシリコンエッティングガスでSF₆+C₁₂ガスを使用した場合として、図8はエッティングレシピ2によるストリッジポリシリコンエッティング工程に対する主なガスのインテンシティ(amplitude, PPM)トレンドをRGA-QMSに分析した結果を示し、図9は、図8の主エッティング段階の172スキャンでのスペクトルを示し、図10はエッティングレシピ2によるストリッジポリシリコンをエッティング工程に対するエッティング過程をOESで分析した結果を示す。

【0047】前記エッティングレシピ2では、ポリシリコンをSF₆+C₁₂ガスを利用して主エッティングした後C₁₂ガスを利用して過エッティングする。SF₆自体は不活性ガスやRF場ではリアクティブフルオライドイオンを形成してC₁₂ガスと共にポリシリコンエッティングに使

用され得る。

【0048】図5及び図6の分析結果からSF₆とC₁₂ガスがエチャントと作用して生成される主な生成物は、SiF_x(SiF⁺, SiF₂⁺, SiF₃⁺)ガスで、SiCl_{1+x}F_y(SiCl₁₊⁺, SiCl₁F₂⁺, SiCl₁F₂⁺, SiCl₁F₃⁺)ガスの形態でもエッティングされることが分かり、RGA-QMS上のガスの挙動は図10のE PD(End Point Detection)スペクトルの結果と一致することが分かる。図10でRFパワーオンされる3段階以後主エッティングが行われ、RFパワーオフされる4段階を経て安定化された後、RFパワーオンされる5段階後過エッティング工程が遂行されることが分かる。

【0049】本発明の実施例でエッティングチャンバをインシチュで洗浄する工程は3段階で行われる。即ち、エチャントとしてSF₆+C₁₂ガスを使用するエッティング段階、C₁₂ガスを使用するエージング(aging)段階及び廃ガスに対するポンピング段階である。

【0050】図11は、本発明の一実施例によるエッティングチャンバインシチュ洗浄時、エッティング時間を60秒として主なガスのトレンドをRGA-QMSに分析した結果を示し、F原子がリアクティブエチャントに作用してエッティングチャンバ内のポリマーをSiF_xの形態でエッティングされることが分かる。その他、SOP⁺, SO₂⁺等の副産物も検出されることが分かる。

【0051】図11からエッティング(洗浄)の主生成物であるSiF₃⁺は、エッティングが始まった直後、急激に増加してから徐々に減少し、エッティングが終ると消えてエンドポイントを正確に確認することができなかった。

【0052】図12は、図11に比べてエッティング時間を120秒に延長したエッティングチャンバインシチュ洗浄時、主なガスのトレンドをRGA-QMSに分析した結果を示す。図12から約74秒でエッティングが完了されることが分かる。

【0053】図13は、前記エッティング時間を変更評価して最適化されたエッティングチャンバインシチュ洗浄時、主なガスのトレンドをRGA-QMSに分析した結果を示す。即ち、SF₆+C₁₂ガスを利用してエッティングするエッティング段階は時間100秒、圧力1.5mT及びRFパワー400W下で遂行し、エージング段階は時間30秒、圧力2.0mT、RFパワー400W下、C₁₂ガス下で遂行し、窒素ガスを一部供給する。RFパワーをオフさせた後、ポンピング段階を300秒間逆行した。

【0054】前記本発明のインシチュ洗浄工程の効果を把握するためにパーティクル分析とエージング時、シリコンオキサイドウェーハ表面のパーティクルをサフスキャン(SUFS SCAN)で分析したものによると、インシチュ洗浄工程後にもパーティクル数が減ることが分かる。

50 【0054】一方、洗浄工程の前後でエッティングチャン

15

バ内のFe, Cr, Ni, Zn, Ti, S, Cl, F, NH₄等の金属イオン性不純物をTXRF (Total X-rayReflection Fluorescence) / HPI C (High Performance Ion Chromatography) で測定して洗浄工程の結果を判断することもできる。

【0055】

【発明の効果】従って、本発明によると、RGA-QMSを利用してエッティングチャンバをインシチュモニタリングすることで、エッティング工程と洗浄工程の中の実際のガス相の反応メカニズムを評価することができ、これを土台にポリシリコンエッティング時、リアクティブエチヤント、反応生成物を確認糾明して反応メカニズムとエンドポイントを正確に確認することができ、洗浄工程時エッティング時間を最適化して不必要的洗浄時間を減少させ、パーティクルの発生を抑制し、設備の稼動率も向上させる効果がある。

【0056】以上、本発明は記載された具体例に対してのみ詳細に説明されたが、本発明の技術思想範囲内で多様な変形および修正が可能であることは当業者にとって明白なことであり、このような変形および修正が添付された特許請求範囲に属するのは当然である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のプラズマエッティングチャンバ内の残留物(residue)除去のための洗浄工程の過程を概略的に示す図面である。

【図2】本発明の一実施例によるインシチュモニタリング可能なプラズマエッティング装置の周辺構成を概略的に示した図面である。

【図3】図2のインシチュモニタリング装置部分を具体的に図示した図面である。

【図4】図2のプラズマエッティング装置でのエッティング工程評価及び洗浄工程の過程を概略的に示す図面である。

【図5】本発明のエッティングレシピ1によるストリッジポリエッティング工程に対する主なガスのトレンドをRGA-QMSで分析した結果を示す。

【図6】図5の主エッティング段階の特定スキャンでのスペクトルを示す。

【図7】本発明エッティングレシピ1によるストリッジポリエッティング工程に対するエッティング過程をOESで分析した結果を示す。

【図8】本発明のエッティングレシピ2によるストリッジ

16

ポリエッティング工程に対する主なガスのトレンドをRGA-QMSで分析した結果を示す。

【図9】図8の主エッティング段階の特定スキャンでのスペクトルを示す。

【図10】本発明のエッティングレシピ2によるストリッジポリエッティング工程に対するエッティング過程をOESで分析した結果を示す。

【図11】本発明の一実施例によるエッティングチャンバインシチュ洗浄時、主なガスのトレンドをRGA-QMSで分析した結果を示す。

【図12】図11に比べ、主エッティング時間を延長したエッティングチャンバインシチュ洗浄時、主なガスのトレンドをRGA-QMSで分析した結果を示す。

【図13】本発明の一実施例による最適化されたエッティングチャンバインシチュ洗浄時、主なガスのトレンドをRGA-QMSで分析した結果を示す。

【符号の説明】

10 エッティングチャンバ

12 アライン部

20 ロードロックチャンバ

16 カセット出入部

20 エッティングガス供給源

22 ガス供給部

24 運搬ガス供給源

30 排気用真空ポンプ

40 スクラバ

58 分岐部

50 サンプリングマニホールド

52 連結部

30 54 サンプリング管

56 サンプリングポート

60, 62, 64, 66 エアーバルブ

68, 70, 72 アイソレーションバルブ

74 ゲートバルブ

76 CMゲージ

78 圧力調節用排気管

80 ガス分析器

82 イオングージ

84 質量分析器

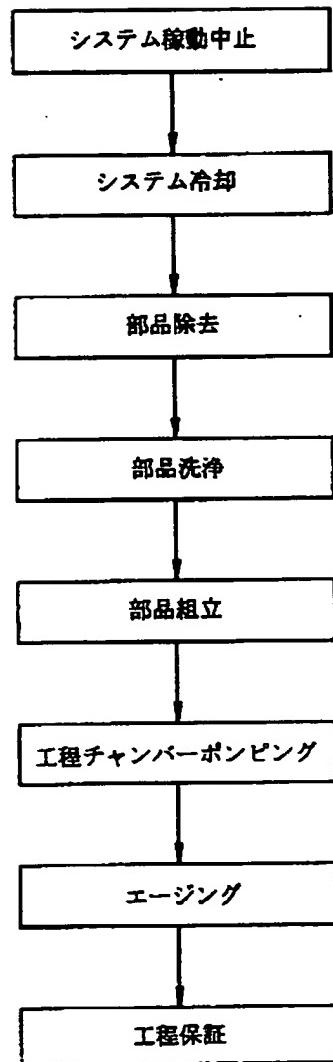
86 ターボポンプ

88 ベーキング用ポンプ

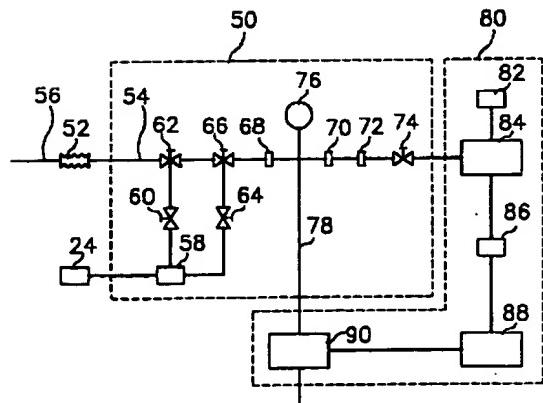
90 サンプリング用ポンプ

40

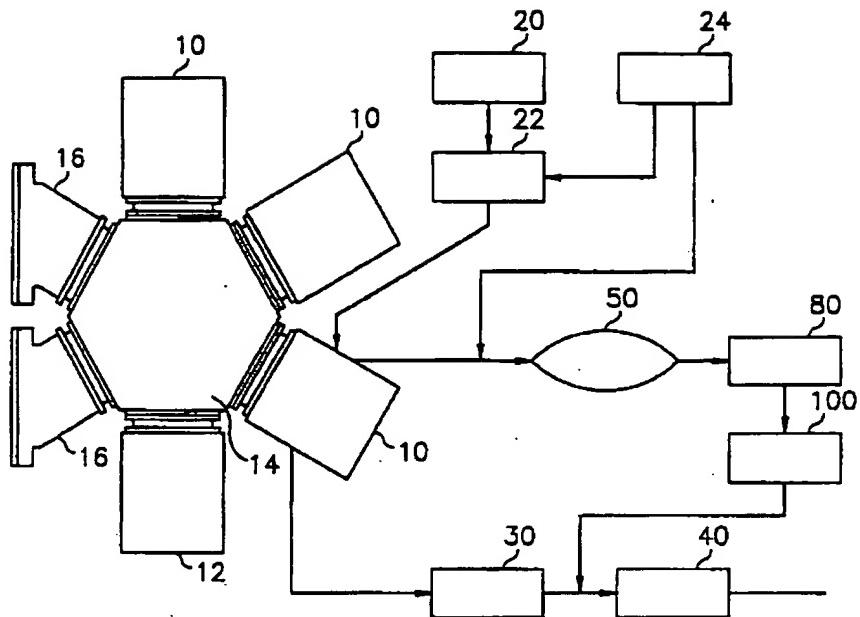
【図1】



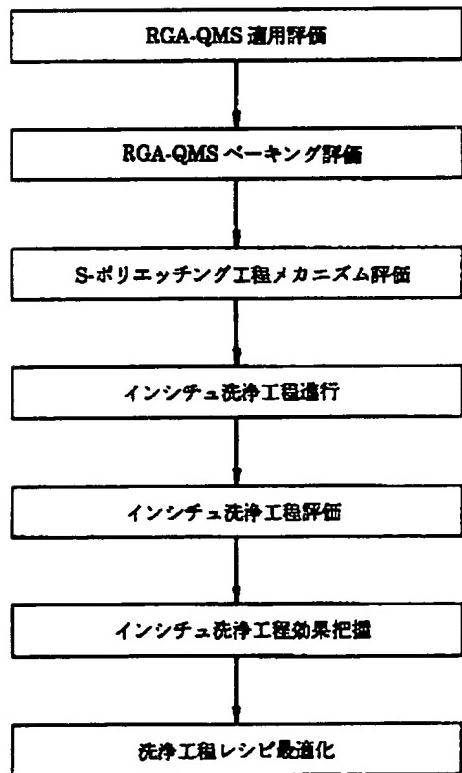
【図3】



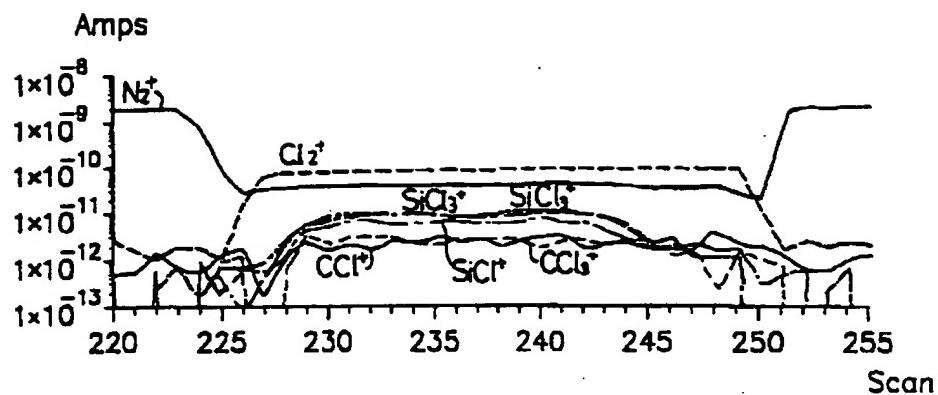
【図2】



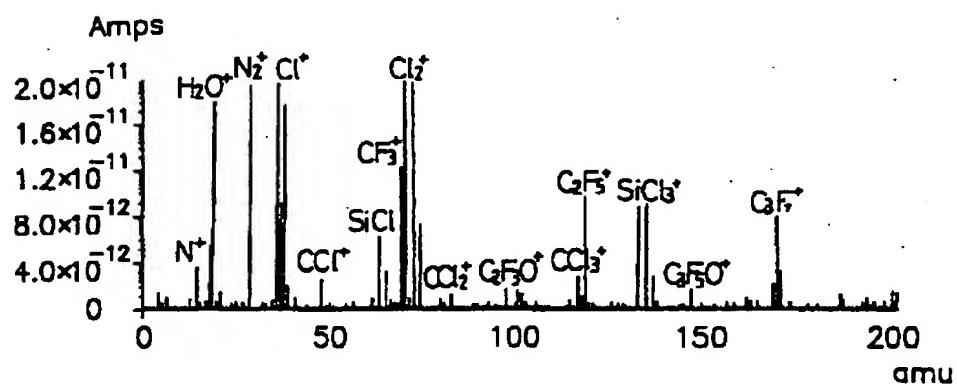
【図4】



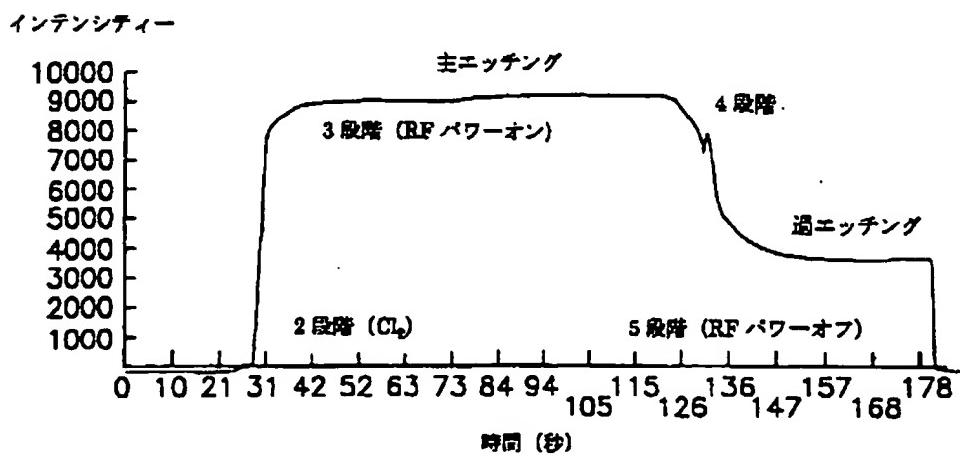
【図5】



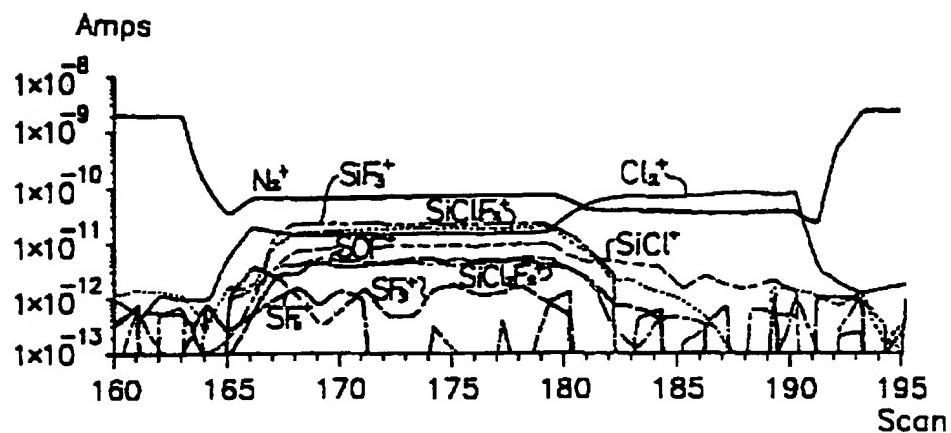
【図6】



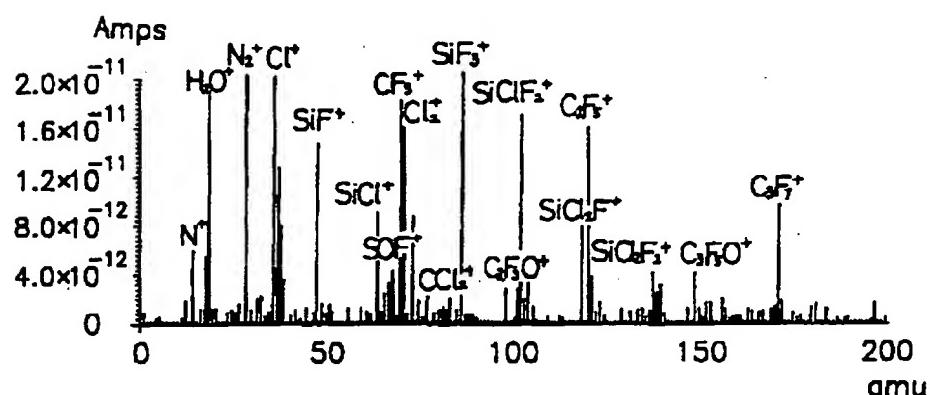
【図7】



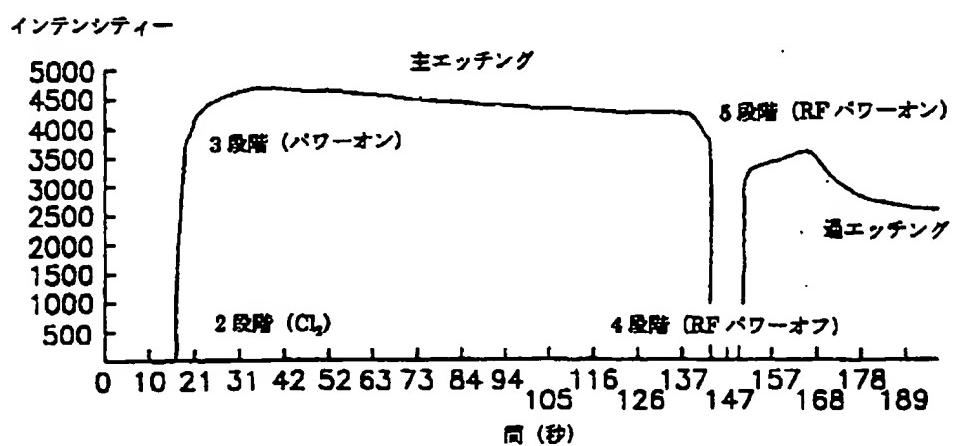
【図8】



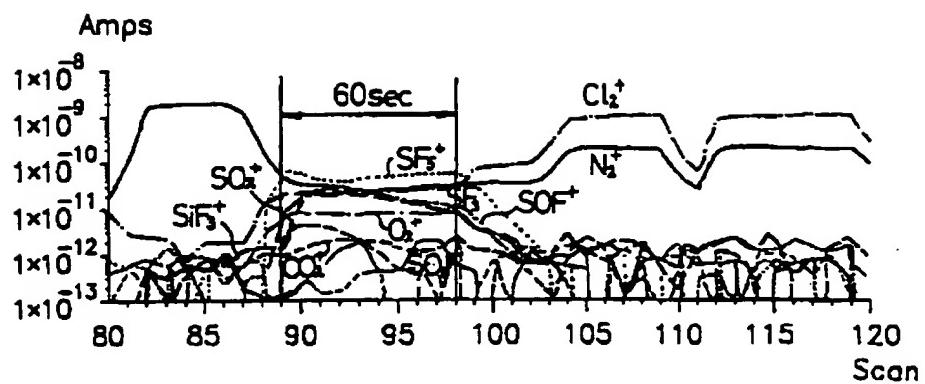
【図9】



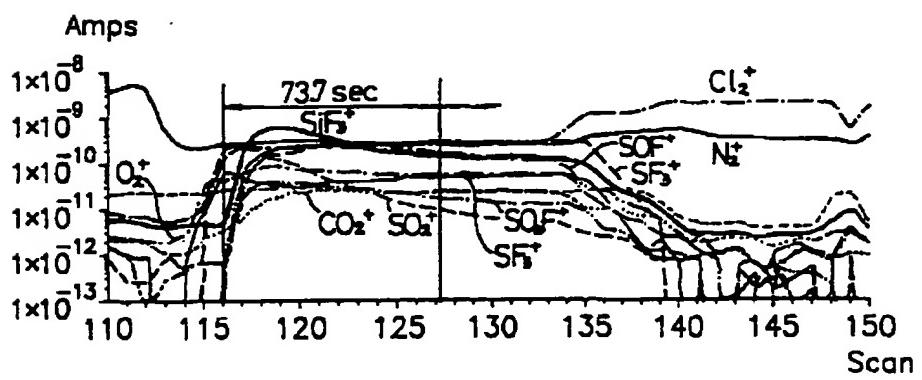
【図10】



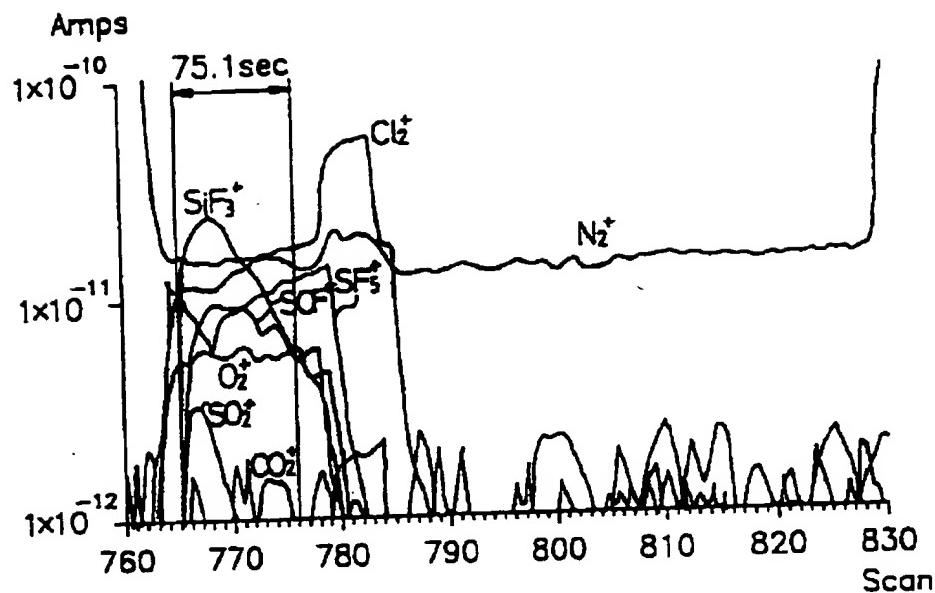
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 崔 百洵
 大韓民国ソウル銅雀区舍堂 2洞105番地舍
 堂宇星アパート208-1202号